

NIF



REC'D 04 FEB 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 59 366.3

**Anmeldetag:** 18. Dezember 2002

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Nachbearbeitung eines Durchgangs-  
lochs eines Bauteils

**IPC:** C 23 F, C 25 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 20. Januar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Klostermeyer

# Verfahren zur Nachbearbeitung eines Durchgangslochs eines Bauteils

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Nachbearbeitung eines Durchgangslochs eines Bauteils.

Bei der Herstellung von Durchgangslöchern eines Bauteils wird oft nicht die gewünschte Geometrie des Durchgangslochs erreicht, so dass eine Nachbearbeitung erforderlich ist. Dies kann auch der Fall sein, wenn bei einem Folgeprozess während der Herstellung des Bauteils, das bereits Durchgangslöcher aufweist, diese verschmutzt werden, beispielsweise dadurch, dass aufgrund einer äußeren Beschichtung des Bauteils auch eine Beschichtung in dem Durchgangsloch in unerwünschter Weise erfolgt. Ebenso ist es möglich, dass während des Betriebs des Bauteils das Durchgangsloch verschmutzt (oxidiert) und wiederhergestellt werden soll.

Die DE 34 03 402 C2 zeigt ein Verfahren zur elektrochemischen Bearbeitung einer äußeren Oberfläche von Werkstücken mittels eines Elektrolyts. Die Bearbeitung von Bereichen an der Oberfläche, an denen eine Bearbeitung unerwünscht ist, wird verhindert, indem durch Gegenstrom von Wasser ein Zufluss des Elektrolyts in diese Bereiche verhindert wird, wobei dazu eine aufwändige Halterung verwendet wird, die jedem Bauteil angepasst werden muss.

Die US-PS 5,702,288 offenbart ein abrasives Nachbearbeiten von Durchgangslöchern.

Die DE 198 32 767 A1 beschreibt ein Verfahren zum Reinigen eines Bauteils, wobei die Reinigungsflüssigkeit durch die Durchgangslöcher strömt und auch an allen anderen Oberflächen in gewünschter Weise vorhanden ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Nachbearbeitung von Durchgangslöchern zu verbessern.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1.

5

In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Verfahrensschritte aufgelistet.

Diese Verfahrensschritte können beliebig miteinander in vorteilhafter Art und Weise kombiniert werden.

10

Es zeigen Figur 1, 2 jeweils eine Vorrichtung um ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen.

15

Figur 1 zeigt eine Vorrichtung 1.

In der Vorrichtung 1 ist ein Bauteil 7 angeordnet, insbesondere eine Turbinenschaufel, mit zumindest einem Durchgangsloch 10, insbesondere ein Kühlluftloch.

20 Das Bauteil 7 weist bspw. einen Hohlraum auf.

Durch das Durchgangsloch 10 wird erfindungsgemäß ein Mittel 13 hindurchgeleitet, das Material des Bauteils 7 in dem Durchgangsloch 10 abträgt.

Das Mittel 13 ist beispielsweise ein Elektrolyt 16 und die Abtragung von Material erfolgt elektrolytisch. Die Elektrode 31 kann vielfältig ausgestaltet sein.

Sie ist beispielsweise auf eine jeweilige Ausgangsöffnung 51 des Durchgangslochs 10 angepasst.

30 Mit dem Verfahren können bspw. gleichzeitig mehrere Durchgangslöcher 10 bearbeitet werden. Dementsprechend gibt es bspw. ebenso viele Elektroden 31 und/oder eine oder ein paar plattenförmige Elektroden 31, die in der Nähe der Durchgangslöcher 10 angeordnet sind.

35 In der Nähe der Ausgangsöffnung 51 des Durchgangslochs 10 ist eine entsprechende Elektrode 31 angeordnet. Das Bauteil 7 und die Elektrode 31 sind durch Leitungen 32 elektrisch leitend

mit einer Spannungs- / Stromquelle 25 verbunden. Diese wird entsprechend betrieben, um eine elektrochemische Abtragung zu ermöglichen (Elektrolyse). Das Bauteil 7 stellt die andere Elektrode dar.

5

Der Strom/die Spannung kann gepulst werden, um das Verfahren zu verbessern. Dabei können Strom/Spannungshöhe, Pulsform, die Pausen zwischen den Pulsen, usw. zeitlich beliebig variiert werden, um eine Optimierung der Verfahrensparameter an das abzutragende Material zu erreichen.

10

Die Zufuhr des Elektrolyten 16 erfolgt beispielsweise durch eine Elektrolytzufuhr 19, bspw. ein Schlauch, so dass auf einer Innenseite 54 des Bauteils 7 keine Abtragung erfolgt.

15

Ein begrenzter Abtrag von Material im Innern des Bauteils 7 wäre auch zulässig, solange eine Wanddicke des Bauteils 7 nicht beeinträchtigt wird, da in erster Linie nur die äusseren Konturen des Bauteils 7 nicht beeinflusst werden sollen.

20

Der Elektrolyt 16 strömt bspw. durch die Eingangsöffnung 48 in das Durchgangsloch 10 und durch die Ausgangsöffnung 51 wieder heraus. Eine andere Strömungsrichtung ist ebenfalls denkbar.

Der Elektrolyt 16 ist beispielsweise auch elektrisch leitend durch eine Leitung 32 mit einer Spannungsquelle 25 verbunden, so dass Material in dem Durchgangsloch 10 abgetragen wird.

Das Bauteil 7 ist beispielsweise in einem Medium 22

angeordnet, das eine äussere Oberfläche 45 des Bauteils 7

30 nicht angreift und das sich wie das Bauteil 7 in einem Becken 42 befindet. Das Medium 22 ist beispielsweise Wasser oder Alkohol. Ein Kontakt der Oberfläche 45 mit dem Mittel 13, 16, das aus dem Durchgangsloch 10 austritt, wird nicht

verhindert, aber durch die Verdünnung des Elektrolyts 16

35 durch das Medium 22 findet kaum oder keine Reaktion des Elektrolyten 16 mit der Oberfläche 51 des Bauteils 7 statt.

So wird die gesamte Oberfläche 45 also nicht nur unmittelbar um das Durchgangsloch 10 herum geschützt.

Die Konzentration des Elektrolyts im Becken 42 wird  
5 beispielsweise so kontrolliert, dass es zu keinem Angriff des Elektrolyts 16 auf der Oberfläche 45 kommt.

Die Verdünnung erfolgt durch Eintauchen des Bauteils 7 in ein Medium 22, das die Oberfläche 45 des Bauteils 7 nicht an-  
10 greift. Dies ist z.B. Wasser oder Alkohol.

Weitere Möglichkeiten zur Verdünnung des abtragenden Mittels 13, 16 sind denkbar.

Ebenso kann die äußere Oberfläche 45 durch eine Maskierung  
15 zumindest um das Durchgangsloch 10 geschützt sein.

Eine Nachbearbeitung ist beispielsweise auch notwendig bei einer MCrAlY-Beschichtung eines Hochtemperaturbauteils  
20 (Gasturbinenbauteile, Turbinenschaufel), bei der MCrAlY in das Durchgangsloch 10 in unerwünschter Weise eindringt und wieder entfernt werden muss.

Die Figur 2 zeigt beispielhaft eine weitere Vorrichtung 4 mit der das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann.

Als abtragendes Mittel 13, das vorzugsweise so gewählt wird, dass es nur das zu entfernende Material, nicht aber das  
30 Materials des Substrats des Bauteils 7 angreift, wird hier eine Säure 33 (Salzsäure, Salpetersäure oder Säuregemische) verwendet, die über eine Säurezufuhr 36 zugeführt wird und durch die Durchgangslöcher 10 des Bauteils 7 strömt. Auf der Außenseite 45 des Bauteils 7 in der Nähe der Ausgangsöffnung  
35 51 ist beispielsweise eine Spritzdüse 39 vorhanden, die das Durchgangsloch 10 mit einem Medium 22, das keinen Abtrag verursacht, umspritzt, und die austretende Säure 33 verdünnt,

5

so dass kein chemischer Angriff der z.B. als Beschichtung auf dem Substrat des Bauteils 7 ausgebildeten Oberfläche 45 erfolgt. So wird die Oberfläche 45 zumindest um das Durchgangsloch 10 geschützt.

5 Die Spritzdüse 39 ist beispielsweise entsprechend dimensioniert, um mehrere Ausgangsöffnungen 51 zu umspritzen. Ebenso kann das Bauteil 7 in einem Becken 42 mit Wasser angeordnet sein, um eine Verdünnung zu erreichen (Fig. 1).

10 In Figur 2 wird die Säure 33 und das Medium 22 beispielsweise in einem Auffangbecken 44 aufgefangen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Nachbearbeitung eines Durchgangslochs (10)  
eines Bauteils (7),  
5 bei dem ein Material abtragendes Mittel (13) durch das  
Durchgangsloch (10) strömt, und  
bei dem eine um das Durchgangsloch (10) des Bauteils (7)  
angeordnete Oberfläche (45) geschützt wird.

10

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Oberfläche (45) dadurch geschützt wird,  
15 dass das Mittel (13) nach dem Austritt aus dem  
Durchgangsloch (10) verdünnt wird,  
so dass kein Abtrag an der Oberfläche (45) erfolgt.

20

3. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Material abtragende Mittel (13) von innen (54) nach  
außen (51) durch das Durchgangsloch (10) strömt.

4. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass

30

als Mittel (13) eine Säure (33) verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass

35

als Mittel (13) ein Elektrolyt (16) verwendet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
5 die Nachbearbeitung elektrolytisch erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 2,  
10 dadurch gekennzeichnet, dass  
die Verdünnung des Mittels (13) durch Einbringung des  
Bauteils (7) mit dem zu bearbeitenden Durchgangsloch (10)  
in ein nicht abtragendes Medium (22) erfolgt.

15  
8. Verfahren nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
20 die Verdünnung des Mittels (13, 16, 33) durch Umspritzen  
des austretenden Mittels (13, 16, 33) mit einem nicht  
abtragenden Medium (22) erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
als nicht abtragendes Medium (22) Wasser verwendet wird.

30  
10. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Durchgangsloch (10) zumindest partiell eine Schicht  
35 aufweist, die abgetragen werden soll.



11. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

5 die Oberfläche (45) durch eine Maskierung geschützt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

10

dass ein Strom/Spannung verwendet wird,  
um die Nachbearbeitung elektrolytisch durchzuführen, und  
dass der Strom/Spannung gepulst ist.

15

## Zusammenfassung

Verfahren zur Nachbearbeitung eines Durchgangslochs eines Bauteils

5

Nach dem Stand der Technik ist eine Nachbearbeitung von Durchgangslöchern oft per Handarbeit notwendig.

10

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich auf chemischem oder elektrochemischem Weg eine Nachbearbeitung von Durchgangslöchern (10) durch ein Material abtragendes Mittel (13, 16, 33) zu erreichen, indem die äußere Oberfläche (45) um eine Austrittsöffnung (51) des Durchgangslochs (10) entsprechend vor dem Angriff des zu entfernenden Mittels (13, 16, 33) geschützt wird.

15

Figur 1

## Bezugszeichenliste

1, 4	Vorrichtung
7	Bauteil
10	Durchgangsloch
13	Mittel
16	Elektrolyt
19	Elektrolytzufuhr
22	Mittel
25	Spannung/Stromgeber
31	Elektrode
33	Säure
36	Säurezufuhr
39	Spritzdüse
42	Auffangbecken
45	Oberfläche

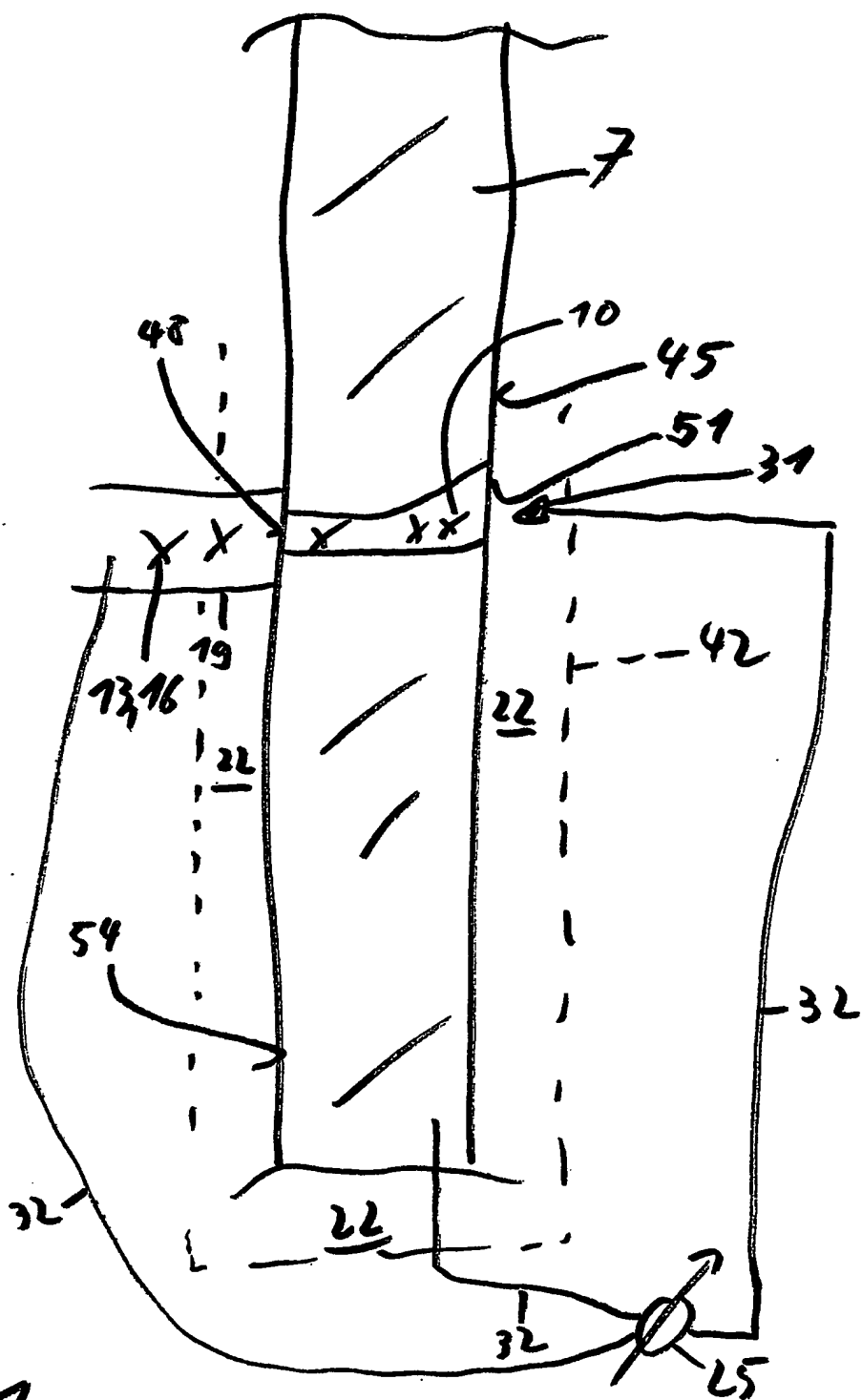


Fig 1

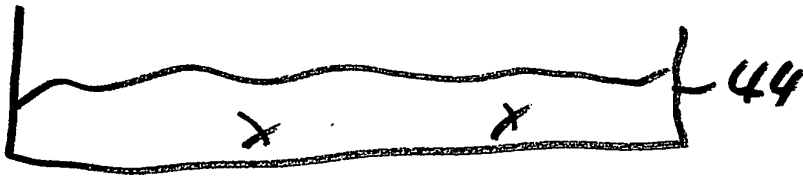
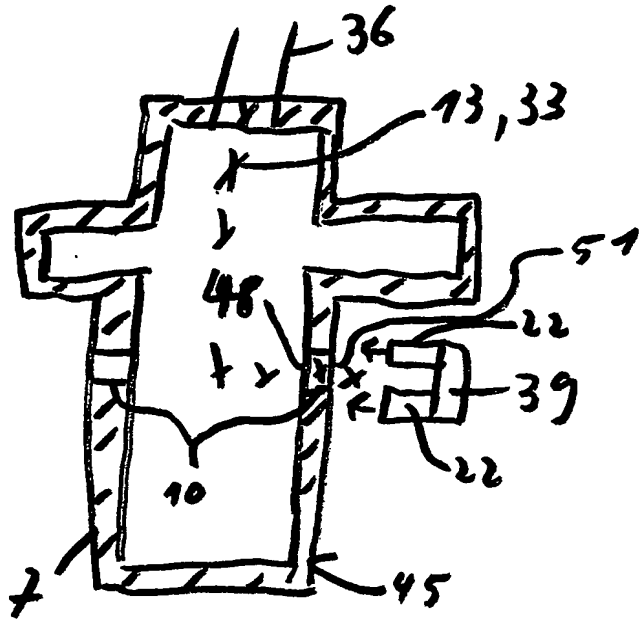


Fig 2